

**EXHAUST RECIRCULATION CONTROLLER OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

Patent Number: JP9053519  
Publication date: 1997-02-25  
Inventor(s): ITOYAMA HIROYUKI  
Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP9053519  
Application Number: JP19950209527 19950817  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F02M25/07; F02D21/08; F02D41/02; F02D45/00; F02D45/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP3237480B2

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control EGR quantity to its adequate value even during transient operation without being influenced by any environmental change by setting a target EGR quantity absorbed in cylinder(s) based upon the intake air quantity and the set target EGR rate of an engine.  
**SOLUTION:** An intake air flow is found out from the output value of the intake air flow shown by an air flow meter 16 by means of a conversion table. By multiplying the found cylinder intake air quantity with a target EGR rate, the target EGR quantity to the cylinder(s) is found out. Thus while the target EGR quantity is calculated so as to apply advance treatment to each delayed amount, a required flow passage area of an EGR passage is found out to know the control value of an EGR control valve 9. Next, a throttle valve 31 is closed for the purpose of improving exhaust gas and executing noise countermeasure principally during idling and/or low load operation and simultaneously the opening of the EGR control valve 9 is controlled to carry out EGR control.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-53519

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) IntCl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 25/07	5 5 0		F 0 2 M 25/07	5 5 0 F 5 5 0 M
F 0 2 D 21/08	3 0 1		F 0 2 D 21/08	3 0 1 B 3 0 1 E
41/02	3 0 1		41/02	3 6 2 H
45/00	3 6 2		45/00	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-209527

(22) 出願日 平成7年(1995)8月17日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 糸山 浩之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

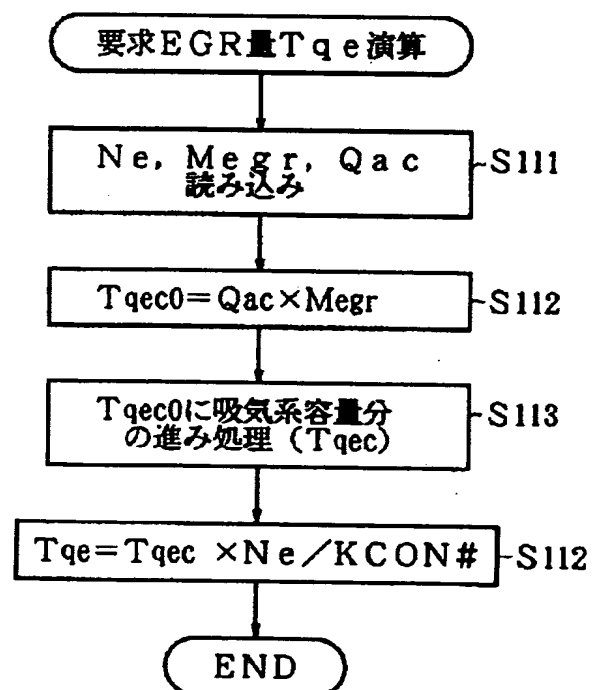
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気還流制御装置

(57) 【要約】

【課題】 EGR制御性能を改善する。

【解決手段】 機関回転速度 $N_e$ 、目標EGR率 $M_{egr}$ 、シリンダ吸入空気量 $Q_{ac}$ を読み込み、シリンダ吸入空気量 $Q_{ac}$ に目標EGR率 $M_{egr}$ を乗じてシリンダに吸入されるEGRガス量 $T_{qec0}$ を算出し、吸気系容量分の進み処理を行うことにより、EGR制御弁を通過する部分でのシリンダ吸入EGRガス量 $T_{qec}$ を算出し、機関回転速度 $N_e$ と定数 $KCON\#$ とを用いてEGR制御弁を流れる要求EGR量 $T_{qe}$ を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】機関の排気系と吸気系とを接続するEGR通路に介装されたEGR制御弁を介して排気の一部を吸気系に還流する内燃機関の排気還流制御装置において、機関に吸入される空気流量を検出する吸入空気流量検出手段と、機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記検出された機関運転状態に基づいて目標EGR率を設定する目標EGR率設定手段と、検出された機関の吸入空気流量と設定された目標EGR率とに基づいてシリンダに吸入される目標EGR量を設定する目標EGR量設定手段と、前記設定された目標EGR量に基づいて前記EGR制御弁の開度を制御する弁開度制御手段と、を含んで構成したことを特徴とする内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項2】前記弁開度制御手段は、

$$\begin{aligned} T_{qec} &= GKQE \times T_{qeco} + (GKQE - 1) \times R_{qec_{n-1}} \\ R_{qec} &= R_{qec_{n-1}} \times (1 - Kv) + T_{qeco} \times Kv \\ Kv &= NV \times VC / VM / CYL \end{aligned}$$

$T_{qec}$  : 指令EGR量

$GKQE$  : 進みゲイン (定数)

$T_{qeco}$  : 目標EGR量

$NV$  : 体積効率相当値

$VC$  : シリンダ容積

$VM$  : 吸気系容積

$CYL$  : シリンダ数

【請求項5】前記指令EGR量設定手段は、前記シリンダに吸入させたい目標EGR量と実際にシリンダに吸入されるEGR量との間の応答特性を設定する応答特性設定手段と、EGRガスが前記EGR制御弁からシリンダに吸入されるまでの動特性を推定する動特性推定手段と、を含み、前記設定された応答特性となるように前記推定された動特性に基づいて目標EGR量に対して進み処理を行ってEGR制御弁を通過させたい指令EGR量を設定するものであることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項6】前記動特性推定手段は、機関回転速度と体積効率とEGR制御弁からシリンダ入口までの吸気系容量とシリンダ容量とに応じて動特性の時定数を推定し、前記応答特性設定手段は、該応答特性の時定数を前記動特性の時定数より小さい正数に設定することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項7】吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、排気圧を検出する排気圧検出手段と、を備え、

前記弁開度制御量設定手段は、前記設定された指令EGR量と検出された吸気圧及び排気圧とに基づいてEGR要求流路面積を演算し、該EGR要求流路面積に対応する目標弁開度を設定し、該目標弁開度に所定の進み処理

前記目標EGR量設定手段により設定された目標EGR量に対し、所定の進み処理を行って、指令EGR量を設定する指令EGR量設定手段と、

前記指令EGR量設定手段によって設定された指令EGR量に基づいてEGR制御弁の弁開度制御量を設定する弁開度制御量設定手段と、を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項3】前記指令EGR量設定手段における前記所定の進み処理は、EGR制御弁からシリンダ入口までの吸気系容量とシリンダ容量とに応じて該進み処理の時定数が決定されることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項4】前記指令EGR量設定手段は、前記進み処理を次式により行って指令EGR量を設定することを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

を行って弁開度制御量を設定することを特徴とする請求項2～請求項6のいずれか1つに記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気還流(EGR)制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の内燃機関のEGR制御装置の過渡時の制御方式としては、特開昭58-35255号公報に開示されたものがある。車両用ディーゼル機関においては一般にNOx低減のためにEGR制御装置が採用されている。前記EGR制御装置では、例えば機関回転速度と燃料噴射量、アクセル開度等の機関負荷とからなる運転状態毎に目標EGR率を設定し、該目標EGR率となるように吸気系と排気系とを結ぶEGR通路に介装されたEGR制御弁の開度を制御するようにしたものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば吸入空気量は、低地と高地とでは同一の運転状態でも空気の密度が変化するため変化する。したがって、運転状態毎に設定された目標EGR率となるようにEGR制御弁開度を制御しようとしても、前記のような同一の運転状態における空気密度の変化に対してEGR制御弁開度は一定に維持されることとなるため、EGR量が多過ぎてスモーク、PM(排気微粒子)が増加したり、EGR量が少なすぎて十分なNOx低減効果が得られなかったりすることがあった。

【0004】また、特に急加速時等で燃料噴射量が急増

するときにEGRが行われると空気過剰率が大きく低下してスモークや排気微粒子(PM)が増大するという問題がある。従来、このことを勘案して、急加速時のように燃料噴射量が急激に増大し大幅な空気過剰率の低下が生じやすいときにEGRをカットするようにしている。

【0005】しかしながら、このような従来のEGR制御方式にあっては、必要以上にEGRをカットしたり、また、逆にカットしなかったりして過渡時のEGRの最適制御が困難であり、必要以上にカットした場合はEGR不足によるNO<sub>x</sub>の増加を招き、したりなかった場合はPMの増加が未だに生じてしまうなど過渡運転時のEGR最適化ができないという問題が判明した。また、過給機付機関の場合は、オイル劣化等による過給機の作動特性のバラツキ等も生じるため前記問題点がより顕著であることも判明した。

【0006】本発明は、このような従来の問題点に鑑みなされたもので、定常運転時の環境変化に影響されことなく、また、過渡運転時にも適正なEGR量に制御してスモーク、PM、NO<sub>x</sub>等をバランス良く低減して良好な排気浄化性能が得られるようにした内燃機関のEGR制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、図1に実線で示すように、機関の排気系と吸気系とを接続するEGR通路に介装されたEGR制御弁を介して排気の一部を吸気系に還流する内燃機関の排気還流制御装置において、機関に吸入される空気流量を検出する吸入空気流量検出手段と、機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記検出された機関運転状態に基づいて目標EGR率を設定する目標EGR率設定手段と、検出された機関の吸入空気流量と設定された目標EGR率とに基づいてシリンダに吸入される目標EGR量を設定する目標EGR量設定手段と、前記設定された目標EGR量に基づいて前記EGR制御弁の開度を制御する弁開度制御手段と、を含んで構成したことを特徴とする。

【0008】このようにすれば、環境変化、例えば低地と高地とで同じ運転状態でも空気密度が変化することに\*

$$\begin{aligned} T_{qec} &= GKQE \times T_{qeco} + (GKQE - 1) \times R_{qec_{n-1}} \\ R_{qec} &= R_{qec_{n-1}} \times (1 - Kv) + T_{qeco} \times Kv \\ Kv &= NV \times VC / VM / CYL \end{aligned}$$

$T_{qec}$  : 指令EGR量

$GKQE$  : 進みゲイン (定数)

$T_{qeco}$  : 目標EGR量

$NV$  : 体積効率相当値

$VC$  : シリンダ容積

$VM$  : 吸気系容積

$CYL$  : シリンダ数

このようにすれば、前記動特性に基づく進み処理を高精度に行うことができる。

【0013】また、請求項5に係る発明は、図1に一点

\*よって、吸入新気量に変化しても、該吸入新気量の変化を吸入空気流量の変化として検出し、該吸入空気流量の検出値に対して目標EGR率が設定されるため、該目標EGR率は本来あるべきように、吸入新気量に対するEGR量というEGR率として設定されることとなる。

【0009】したがって、同一の目標EGR率でも空気密度の変化等によって吸入新気量に変化すると目標EGR量に変化し、EGR制御弁開度も変化する。即ち、環境が変化しても、目標EGR量は変化するが目標EGR率は変化せず、最適なEGR率に制御することができる。請求項2に係る発明は、図1に点線で示すように、前記弁開度制御手段が、前記目標EGR量設定手段により設定された目標EGR量に対し、所定の進み処理を行って、指令EGR量を設定する指令EGR量設定手段と、前記指令EGR量設定手段によって設定された指令EGR量に基づいてEGR制御弁の開度制御量を設定する弁開度制御量設定手段と、を含んでいることを特徴とする。

【0010】このようにすれば、過渡運転時にはEGR制御弁を通過するEGR量とシリンダに吸入するEGR量との間の応答遅れを生じるが、目標EGR量に対して進み処理を行って指令EGR量を設定することにより、応答遅れの影響を抑制でき、過渡運転時にも良好なEGR率に制御することができる。また、請求項3に係る発明は、前記指令EGR量設定手段における前記所定の進み処理は、EGR制御弁からシリンダ入口までの吸気系容量とシリンダ容量とに応じて該進み処理の時定数が決定されることを特徴とする。

【0011】このようにすれば、前記過渡運転時におけるEGR制御弁を通過するEGR量に対するシリンダ吸入EGR量の遅れを、前記動特性に基づく進み処理を行うことにより効果的に抑制することができる。また、請求項4に係る発明は、前記指令EGR量設定手段が、前記進み処理を次式により行って指令EGR量を設定することを特徴とする。

【0012】

鎖線で示すように、前記指令EGR量設定手段は、前記シリンダに吸入させたい目標EGR量と実際にシリンダに吸入されるEGR量との間の応答特性を設定する応答特性設定手段と、EGRガスが前記EGR制御弁からシリンダに吸入されるまでの動特性を推定する動特性推定手段と、を含み、前記設定された応答特性となるように前記推定された動特性に基づいて目標EGR量に対して進み処理を行ってEGR制御弁を通過させたい指令EGR量を設定するものであることを特徴とする。

【0014】このようにすれば、前記動特性を考慮して

設定された応答特性となるように進み処理を行うことができる。また、請求項6に係る発明は、前記動特性推定手段が、機関回転速度と体積効率とEGR制御弁からシリンダ入口までの吸気系容量とシリンダ容量とに応じて動特性の時定数を推定し、前記応答特性設定手段は、該応答特性の時定数を前記動特性の時定数より小さい正数に設定することを特徴とする。

【0015】このようにすれば、オーバーシュート、アンダーシュートによりハンチングを生じることなく、応答遅れをより可及的に小さくすることができる。また、請求項7に係る発明は、図1に二点鎖線で示すように、吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、排気圧を検出する排気圧検出手段と、を備え、前記弁開度制御量設定手段は、前記設定された指令EGR量と検出された吸気圧及び排気圧とに基づいてEGR要求流路面積を演算し、該EGR要求流路面積に対応する目標弁開度を設定し、該目標弁開度に所定の進み処理を行って弁開度制御量を設定することを特徴とする。

【0016】このようにすれば、指令EGR量と、吸気圧と排気圧との差圧と、に応じてEGR要求流路面積を精度良く算出でき、かつ、EGR制御弁の作動遅れ等に対応する所定進み処理によって弁開度制御量を高精度に設定することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。一実施形態の全体構成を示す図2において、過給機1は、エアフィルタ2でダストを除去されて吸気通路3に吸入された空気を吸気コンプレッサ1Aにより圧縮過給して下流側の吸気マニホールド4へ送り込む。

【0018】一方、機関5の燃焼室に装着された燃料噴射ノズル6には、噴射ポンプ7から各気筒に分配して燃料が圧送供給され、該燃料噴射ノズル6から燃焼室に向けて燃料が噴射され、該噴射された燃料は圧縮行程末期に着火して燃焼される。また、排気マニホールド8と吸気マニホールド4とを結んでEGR制御弁9を介装したEGR通路10が接続されると共に、前記吸気通路3の吸気コンプレッサ1Aの上流側にEGR制御時に吸気を絞って排気圧と吸気圧との差圧を拡大してEGRしやすくするためのスロットル弁31が介装され、主としてアイドル時や低負荷時に排気改善、騒音対策のために前記スロットル弁31を絞ると同時にEGR制御弁9の開度を制御してEGR制御を行う。具体的には、バキュームポンプ11からの負圧を電磁弁32を介してダイアフラム装置33に導いて前記絞り弁31を絞ると同時に、前記負圧をデューティ制御される電磁弁12で大気との希釈割合を制御することによって前記EGR制御弁9の圧力室に導かれる圧力を制御し、もって開度を制御することによりEGR率を制御している。これらEGR率や燃料噴射制御は、コントロールユニット13により行われ

る。

【0019】前記EGR制御弁9には、弁体のリフト量を検出するリフトセンサ34が設置されている。燃焼後の排気は、排気マニホールド8より前記過給機1の排気タービン1Bを回転駆動させた後、排気中に含まれるPM等がフィルタ14で捕集され、マフラー15で消音された後に大気中に放出される。

【0020】前記過給機1の吸気コンプレッサ1A上流の吸気通路3には、吸入空気流量を検出するエアフロメータ16が設けられ、また、機関回転速度Neを検出する回転速度センサ17、前記燃料噴射ポンプ7のコントロールレバー開度を検出するレバー開度センサ18、水温を検出する水温センサ19等が設けられ、これらの検出値に基づいて吸気系圧力、排気系圧力を検出しつつシリンダ吸入空気量に見合った燃料の許容最大噴射量が後述するようにして設定される。

【0021】以下、コントロールユニット13による各種演算について説明する。まず、吸気系圧力（以下吸気圧という）Pmの演算のルーチンを、図3のフローチャートに従って説明する。尚、このルーチンが吸気圧検出手段に相当する。ステップ（図ではSと記す。以下同様）1では、それぞれ後述する別ルーチンで演算された1シリンダ当りの吸入空気量Qac、1シリンダ当りの吸入EGR量Qec、吸気温度Ta、EGR温度Te、体積効率相当値Kinを入力する。

【0022】ステップ2では、ステップ1で入力した各値と、予め分かっている容積比（1シリンダ当りの容積／吸気系のコレクタ容積）Kvolと、に基づいて次式により吸気圧Pmを演算する。

$$Pm = R / Kvol / Kin \times (Qac \times Ta + Qec \times Te)$$

次に、排気系圧力（EGR取出口の圧力、以下排気圧という）Pexhの演算のルーチンを、図4のフローチャートに従って説明する。尚、このルーチンが排気圧検出手段に相当する。

【0023】ステップ11では、それぞれ後述する別ルーチンで演算された1シリンダから排出される排気量Qexhと、1シリンダ当りの吸入EGR量Qec、排気温度Texh、機関回転速度Neを入力する。ステップ12では、ステップ11で入力した各値と、定数Kpexh、Opexhと、に基づいて次式により排気圧力Pexhを演算する。

$$Pexh = (Qexh - Qe) \times Texh \times Ne \times Kpexh + Opexh$$

図5は、1シリンダ当りの吸入空気量（以下シリンダ吸入空気量という）Qacを演算するフローチャートを示す。ステップ21では、前記エアフロメータ16による吸入空気流量の出力値（電圧）Qoを読み込む。

【0025】ステップ22では、前記出力値Qoから変換テーブルにより吸入空気流量Qasmを求める。尚、前

記エアフローメータ16と該ステップ22の機能とが吸入空気流量検出手段を構成する。ステップ23では、前記吸入空気流量 $Q_{asm}$ に対して加重平均処理を行って $Q_{as0}$ を求める。

【0026】ステップ24では、回転速度センサ17により検出される機関回転速度 $N_e$ を読み込む。ステップ25では、前記吸入空気流量の加重平均値 $Q_{as0}$ と機関回転速度 $N_e$ と定数 $K_c$ とから次式により、エアフローメータ16で検出された吸入空気流量に対するシリンダ吸入空気量 $Q_{ac0}$ を演算する。

$$【0027】 Q_{ac0} = Q_{as0} / N_e \times K_c$$

ステップ26では、前記シリンダ当りの吸入空気量 $Q_{ac0}$ の $n$ 回演算分のディレイ処理を行い、吸気コレクタ入口部の吸入空気量 $Q_{acn}$ を演算する。具体的には、最新から過去 $n$ 回前までの $Q_{ac0}$ を記憶しておき、 $n$ 回前の $Q_{ac0}$ 値を $Q_{acn}$ として取り出す。

【0028】ステップ27では、定数 $K_{vol}$  ( $=V_c/V_m$ ,  $V_c$ :1シリンダ容積,  $V_m$ :吸気系容積)と、後述するようにして求められる体積効率相当値 $K_{in}$ とを用いて次式によりシリンダ当りの吸入空気量 $Q_{ac}$ を

$$Q_{ac} = Q_{acn-1} \times (1 - K_{vol} \times K_{in}) + Q_{acn} \times K_{vol} \times K_{in}$$

これは一次遅れの式であり、 $K_{vol} \times K_{in}$ は $Q_{acn}$  (吸気コレクタに入った新気)の中の何%がシリンダに入るかを表し、したがって後の項は今回シリンダに入った新気量を表し、前の項は前回までにシリンダに入った新気量を表すのでこれらを加算することにより、現在のシリンダ吸入空気 $Q_{ac}$ が求められることとなる。

【0029】このようにして、シリンダ当りの吸入空気量 $Q_{ac}$ を精度良く求めることができる。次にEGR制御時にシリンダ当りの吸入EGR量を演算するルーチンを、図6のフローチャートに従って説明する。ステップ31では、後述するルーチンによって演算される吸気系へのEGR流量 $Q_e$ を入力する。

【0030】ステップ32では、機関回転速度 $N_e$ を読み込む。ステップ33では、前記EGR量 $Q_e$ と機関回転速度 $N_e$ と定数 $K_{CON\#}$ とから、吸気コレクタ部へ吸入されるシリンダ容積当りのEGR量 $Q_{ecn}$ を次式により演算する。

$$Q_{ecn} = Q_e / N_e \times K_{CON\#}$$

ステップ34では、定数 $K_{vol}$ と、体積効率相当値 $K_{in}$ とを用いて次式によりシリンダに吸入されるシリンダEGR量 $Q_{ec}$ を演算する。

$$【0031】 Q_{ec} = Q_{ecn-1} \times (1 - K_{vol} \times K_{in}) + Q_{ecn} \times K_{vol} \times K_{in}$$

図7は、吸入空気 (EGRガスを含まない新気) の温度 $T_a$ を演算するルーチンのフローチャートである。尚、この処理は、吸気温度を直接検出するセンサを有する場合、不要である。

【0032】ステップ41では、前回求められた吸気圧力 $P_{m_{n-1}}$ を入力する。ステップ42では、次式により断熱変化の関係から吸入空気温度 $T_a$ を演算する。

$$T_a = T_{A\#} \times (P_{m_{n-1}} / P_{A\#})^{(\kappa-1)/\kappa} + T_{OFF\#}$$

ここで、 $T_{A\#}$ ,  $P_{A\#}$ は標準状態の温度、圧力、 $\kappa$ は空気の比熱比であり、 $T_{OFF\#}$ は大气から吸気コレクタに空気が入るまでの吸気圧上昇による温度上昇分であるが、これらの値を水温の上昇によって比例的に増大する補正係数 $K_{tA}$ ,  $K_{tOFF}$ を乗じること等によって補正してもよい。

【0033】図8は、EGRガスの吸気コレクタへの導入口における温度 $T_e$ を演算するルーチンのフローチャートである。ステップ51では、後述するルーチンで求められた排気温度 $T_{exh}$ を入力する。ステップ52では、次式によりEGR温度 $T_e$ を演算する。

$$【0034】 T_e = T_{exh} \times K_{TLOS\#}$$

$K_{TLOS\#}$ は、EGR通路によるEGRの温度低下係数である。図9は体積効率相当値 $K_{in}$ を演算するルーチンのフローチャートである。ステップ61では、前回求められた吸気圧 $P_{m_{n-1}}$ を入力する。ステップ62では、前記吸気圧 $P_{m_{n-1}}$ から、図10に示すようなテーブルを用いて圧力補正係数 $K_{inp}$ を演算する。

【0035】ステップ63では、機関回転速度 $N_e$ から、図11に示すようなテーブルを用いて回転補正係数 $K_{inn}$ を演算する。ステップ64では、前記圧力補正係数 $K_{inp}$ 及び回転補正係数 $K_{inn}$ を用いて、体積効率 $K_{in}$ を次式により演算する。

$$K_{in} = K_{inp} \times K_{inn}$$

尚、吸気ポートにスワールコントロールバルブ (SCV) を介在したものでは、SCVの開度に比例的に設定されるSCV補正係数 $K_{ins}$ を更に乗じて体積効率 $K_{in}$ を演算すればよい。

【0036】図12はEGR出口部の排気温度 $T_{exh}$ を演算するルーチンのフローチャートである。尚、この処理は、排気温度を直接検出するセンサを有する場合は、不要である。ステップ71では、吸気行程で燃料が噴射されてから排気行程までのサイクル遅れ分遡って噴射された燃料噴射量 $Q_{fo}$ を入力する。

【0037】ステップ72では、前記同様のサイクル遅れ分遡って演算された吸気温度 $T_{no}$ を入力する。ステップ73では、前記図5で演算された排気圧力 $P_{exh_{n-1}}$ を入力する。ステップ74では、前記サイクル遅れ燃料噴射量 $Q_{fo}$ から図13に示すようなテーブルから基本排気温度 $T_{exhb}$ を検索する。

【0038】ステップ75では、前記吸気温度 $T_{no}$ から次式により吸気温度補正係数 $K_{texh1}$ を演算する。

$$K_{texh1} = (T_{no} / T_{A\#})^{\kappa}$$

50 吸気温度補正係数 $K_{texh1}$ は、上記のように標準

温度 $T_{A\#}$ に対する吸気温度 $T_{n0}$ の比の $KN$ 乗として求められるものであり、吸気温度上昇による排気温度の上昇割合を示すものである。

【0039】ステップ76では、前記排気圧力 $P_{exh}$ から断熱変化の関係により排気圧力上昇による排気温度上昇割合である温度上昇補正係数 $K_{texh2}$ を演算する。

$K_{texh2} = (P_{nehx_{n-1}} / P_{A\#})^{(K_e-1)/K_e}$   
ステップ77では、前記基本排気温度 $T_{exhb}$ 、吸気温度補正係数 $K_{texh1}$ 、温度上昇補正係数 $K_{texh2}$ により、次式により排気温度 $T_{exh}$ を次式により演算する。

【0040】

$T_{exh} = T_{exhb} \times K_{texh1} \times K_{texh2}$

図14は、EGR流量 $Q_e$ を演算するルーチンのフローチャートである。ステップ81では、吸気圧 $P_m$ 、排気圧 $P_{exh}$ 、EGR制御弁の実リフト量 $Lifts$ を入力する。ステップ82では、前記実リフト量 $Lifts$ からEGR通路の開口面積 $A_{ve}$ を例えば図15に示したようなテーブルから検索する。

【0041】ステップ83では、次式によりEGR流量 $Q_e$ を演算する。

$Q_e = A_{ve} \times (P_{exh} - P_m)^{1/2} \times KR\#$

ここで、 $KR\#$ は定数で、前後差圧 $\Delta P$ における流速 $q$ の式 $q = (\Delta P \cdot 2\rho)^{1/2}$ から略 $(2\rho)^{1/2}$ に等しい値である(但し、 $\rho$ は排気の密度)。図16はシリンダ吸入空気量、燃料噴射量、シリンダ吸気温度のサイクル処理ルーチンのフローチャートを示す。

【0042】ステップ91では、シリンダ吸入空気量 $Q_{ac}$ 、燃料噴射量 $Q_{sol}$ 、シリンダ吸気温度 $T_n$ を入力する。尚、シリンダ吸気温度 $T_n$ は例えば次式により演算することができる。

$(Q_{ac} \times T_a + Q_{ec} \times T_e) / (Q_{ac} + Q_{ec})$

ステップ92では、前記 $Q_{ac}$ 、 $Q_{sol}$ 、 $T_n$ にサイクル処理を施す。排気行程との位相合わせのため、吸気行程における $Q_{ac}$ 、 $T_n$ についてはシリンダ数から1を引いた分、圧縮行程における $Q_{sol}$ についてはシリンダ数から2を引いた分のディレイ処理を行い、夫々 $Q_{exh}$ 、 $T_{n0}$ 、 $Q_{fo}$ とし処理を終了する。

【0043】図17、図19、図20は、実際のEGR制御のフローチャートを示したものである。図17は、EGR制御弁の指令リフト量 $Lift$ を演算するルーチンのフローチャートである。ステップ101では、吸気圧 $P_m$ 、排気圧 $P_{exh}$ 、要求EGR流量 $T_{qe}$ を入力する。

【0044】ステップ102では、次式によりEGR制御弁の要求流路面積 $T_{av}$ を演算する。ここで、 $KR\#$ は前記図15のステップ83で用いたものである。ステップ103では、前記 $T_{av}$ より例えば図18に示したような流路面積とリフト量との関係を示すテーブルから目標リフト\*

$Lift = GKL\# \times Mlift -$

\*量 $Mlift$ を演算する。ステップ104では、前記目標リフト量 $Mlift$ に弁の作動遅れ分の進み処理を行い、その値を指令リフト量 $Lift$ として出力する。

【0045】図19は、要求EGR流量 $T_{qe}$ を演算するフローチャートである。ステップ111では、機関回転速度 $N_e$ 、目標EGR率 $Me_{gr}$ 、シリンダ吸入空気量 $Q_{ac}$ を入力する。ステップ112では、シリンダ吸入空気量 $Q_{ac}$ に目標EGR率 $Me_{gr}$ を乗じることによりシリンダへの目標EGR量 $T_{qec0}$ を求める。このステップ112の機能が目標EGR量設定手段を構成する。

【0046】ステップ113では、前記吸入EGR量 $T_{qec0}$ に吸気系容積分の進み処理を進み処理を行い(後述の図25参照)、指令EGR量 $T_{qec}$ を求める。このステップ113の機能が指令EGR量設定手段を構成する。ステップ114では、前記指令EGR量 $T_{qec}$ と機関回転速度 $N_e$ と定数 $KCON\#$ から要求EGR流量 $T_{qe}$ を求める。

【0047】図20は、前記目標EGR率 $Me_{gr}$ を演算するルーチンのフローチャートである。尚、このルーチンが目標EGR率設定手段を構成する。ステップ121では、機関回転速度 $N_e$ 、燃料噴射量 $Q_{sol}$ を入力する。ステップ122では、機関回転速度 $N_e$ と負荷の代表値である燃料噴射量 $Q_{sol}$ とに基づいて、例えば図21に示すようなテーブルから目標EGR率 $Me_{gr}$ を検索する。

【0048】図22は、燃料噴射量 $Q_{sol}$ を演算するルーチンのフローチャートである。ステップ131では、機関回転速度 $N_e$ 及びコントロールレバー開度 $CL$ を読み込む。ステップ132では、機関回転速度 $N_e$ とコントロールレバー開度 $CL$ とから基本燃料噴射量 $M_{qdrv}$ を、例えば図23に示すようなテーブルから検索する。

【0049】ステップ133では、前記基本燃料噴射量 $M_{qdrv}$ を水温等の各種補正係数によって補正して $Q_{sol}$ を求める。ステップ134では、最大燃料噴射量の制限を行い、 $Q_{sol}$ として出力する。図25は、図17のステップ104において、指令リフト量 $Lift$ を目標リフト量 $Mlift$ に対して進み処理を行って設定するルーチンのフローチャートである。

【0050】ステップ145では、目標リフト量 $Mlift$ を読み込む。ステップ146では、読み込んだ目標リフト量 $Mlift$ を前回値 $Mlift1$ と比較する。そして、今回値 $Mlift$ の方が前回値 $Mlift1$ 以上であればステップ147へ進んでリフト量小から大への作動時の時定数 $TCL1\#$ を時定数 $TCL1$ として設定し、今回値 $Mlift$ の方が小さければステップ148へ進んでリフト量大から小への作動時の時定数 $TCL2\#$ を時定数 $TCL1$ として設定する。

【0051】ステップ149では、次式により進み処理を行い、指令リフト量 $Lift$ を演算する。

$(GKL\# - 1) \times Rlift_{n-1}$



11

12

$$\text{但し、} Rl i f t_n = Rl i f t_{n-1} \times (1 - Tc l) + Ml i f t \times Tc l$$

図24は、図19のステップ113において、指令EGR量 $Tq e c$ を目標EGR量 $Tq e 0$ に対して進み処理を行って設定するルーチンのフローチャートである。

$$Tq e c = GKQE \# \times Tq e 0 + (GKQE \# - 1) \times Rq e_{n-1}$$

$$Rq e = Rq e_{n-1} \times (1 - Kv) + Tq e 0 \times Kv$$

$$Kv = Kin \times Vc / Vm / CYLN \#$$

このように、エアフローメータによって検出された吸入空気流量を用いて目標のEGR量を算出し、各遅れ分の進み処理を行う一方、吸気圧と排気圧とからEGR通路の要求流路面積を求め、その値からEGR制御弁の制御値を求めるようにしたことにより、運転の仕方や各種パラツキ等によらず、最適にEGRを制御可能となるため、定常運転時の環境パラツキを吸収できると共に、過渡運転時の最適化により、全運転領域にわたって排気浄化性能を良好に維持することができる。

【0053】次に、請求項5に係る発明の実施形態について説明する。前記第1の実施形態の概要を説明すると、シリンダに吸入させたい目標EGR量を設定し、機

$$M_2 Qe = \{ (1 + G \cdot \tau a \cdot s) / (1 + \tau a \cdot s) \} \cdot MQce \cdots (1)$$

但し、EGR制御弁からシリンダまでの動特性 :  $\tau a (s)$

EGR制御弁を通過させたい目標EGR量 :  $M_2 Qe (kg/st)$

進みゲイン :  $G$

シリンダに吸入させたい目標EGR量 :  $MQce (kg/st)$

この結果、実際にシリンダに吸入されたEGR量 $Qce$ は、近似的に次式を用いて表される。このとき、EGR制御弁を通過させたい目標EGR量と実際にEGR制御

$$Qce = \{ (1 + G \cdot \tau a) / (1 + \tau a)^2 \} \cdot MQce \cdots (2)$$

この方式では、進みゲイン $G$ の選び方によっては、実際にシリンダに吸入されるEGR量 $Qce$ が、シリンダに吸入させたい目標EGR量に対してオーバーシュートしてしまうことがあり、該オーバーシュートを減らそうとすると、応答性が悪化するという問題がある。

【0056】シリンダに吸入させたい目標EGR量をステップ入力としたときの、(1)式による処理を行ったときのシリンダに吸入されるEGR量と、(1)式による処理を行わなかったときのシリンダに吸入されるEGR量のシミュレーション結果を図26に示す。図26から(1)式による処理を行うことによって、 $G > 1$ ではオーバーシュートを起こし、 $G < 1$ では応答性が悪化することがわ

【0057】本実施形態は、上記の点を対策したものである。本実施形態のシステム構成を図27のブロック図に示す。シリンダ目標EGR量設定部31は、シリンダに吸入させたい第1の目標EGR量を設定する。 $\tau s$ 設定部32は、前記第1の目標EGR量と実際に吸入されるEGR量との間の応答特性(時定数)を設定する。

【0058】 $\tau a$ 推定部33は、前記回転速度センサ17によって検出された機関回転速度 $Ne$ と体積効率推定部34によって推定された体積効率とに基づいて、EGRガス

【0052】ステップ151では、目標EGR量 $Tq e o$ を読み込む。ステップ152では、次式により進み処理を行い、指令EGR量 $Tq e c$ を演算する。

※機関回転速度 $Ne$ と推定された体積効率とからEGR制御弁からシリンダまでのEGRガスの動特性の時定数を推定し、前記目標EGR量と時定数とから進み処理を行ってEGR制御弁を通過させたい目標EGR量を演算し、該目標EGR量に対応する目標EGR制御弁リフト量(開度)を演算して、該リフト量が得られるように制御する。

【0054】この際の前記動特性の時定数を $\tau a$ とすると、EGR制御弁を通過させたい第2の目標EGR量をラプラス変換演算式(以下 $s$ はラプラス演算子を表す)で示すと、次のようになる。

★弁を通過するEGR量とは等しいものとする。

【0055】

がEGR制御弁からシリンダに吸入されるまでの動特性(時定数)を推定する。進み処理演算部35は、前記設定されたシリンダ吸入EGR量応答特性となるように、前記推定されたEGR動特性に基づいて進み処理を行って第1の目標EGR量からEGR制御弁を通過させたい第2の目標EGR量を算出する。

【0059】目標EGR制御弁開口面積演算部36は、前記第2の目標EGR量から、目標EGR制御弁開口面積(リフト量)を算出する。体積効率推定部34は、機関回転速度 $Ne$ とコレクタ内圧を用いてシリンダ体積効率を推定する。図28に示すようなマップからの検索により行ってもよい。次に、作用を4気筒ディーゼル機関を想定して説明する。

【0060】 $\tau s$ 設定部32において前記第1の目標EGR量と実際に吸入されるEGR量との間の応答特性の時定数 $\tau s$ を設定するが、そのとき(3)式に示すように、 $\tau a$ 推定部33で推定されるEGR制御弁9からシリンダまでの動特性の時定数 $\tau a$ より小さい正数となるように設定する。

$$0 < \tau s < \tau a \cdots (3)$$

また、進み処理演算部35での前記進み処理は、応答特性の時定数 $\tau s$ と、動特性の時定数 $\tau a$ と、第1の目標E

GR量とを用いて、例えば(4)式のような演算式を用いて行う。

$$MQ_e = \{ (1 + \tau a \cdot s) / (1 + \tau s \cdot s) \} \cdot MQ_{ce} \dots (4)$$

このとき、実際にシリンダに吸入されるEGR量は近似的に(5)式を用いて表される。但し、EGR制御弁を通過するEGR量は等しいものとする。

$$Q_{ce} = \{ 1 / (1 + \tau s \cdot s) \} \cdot MQ_{ce} \dots (5)$$

シリンダに吸入させたい第1の目標EGR量をステップ入力としたときの、前記(4)式による処理を行ったときのシリンダに吸入されるEGR量と、該処理を行わなかったときのシリンダに吸入されるEGR量(これは第1の実施形態で(1)式の処理を行わなかったときのシリンダに吸入されるEGR量と等しい)のシミュレーション結果を図29に示す( $\tau s$ を0.05secとし、 $\tau a$ を0.13secとした)。

【0062】図29から、(4)式による処理を行うことによって、応答性が向上していることがわかる。また、 $\tau s$ を小さくするほど応答性は向上するが、 $\tau s$ を小さくしすぎると算出される第2の目標EGR量(=実際にEGR制御弁を通過するEGR量)の振幅が大きくなり、EGR制御弁に要求される開度幅が大きくなりすぎて限界をオーバーしてしまうことがあるので、該限界内で $\tau s$ をできるだけ小さく設定すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成・機能を示すブロック図。

【図2】本発明の第1の実施形態のシステム構成を示す図。

【図3】同上実施例の吸気系圧力を演算するルーチンのフローチャート。

【図4】同じく排気系圧力を演算するルーチンのフローチャート。

【図5】同じくシリンダ吸入空気量を演算するルーチンのフローチャート。

【図6】同じくシリンダ吸入EGR量を演算するルーチンのフローチャート。

【図7】同じく吸入空気温度を演算するルーチンのフローチャート。

【図8】同じくEGR温度を演算するルーチンのフローチャート。

【図9】同じく体積効率相当値を演算するルーチンのフローチャート。

【図10】前記体積効率相当値の演算に使用する圧力補正テーブル。

【図11】同じく回転補正テーブル。

【図12】同じく排気温度を演算するルーチンのフローチャート。

【図13】前記排気温度の演算に使用する基本排気温度のテーブル。

【図14】同じくEGR流量を演算するルーチンのフロー

【0061】

過させたい第2の目標EGR量と実際にEGR制御弁を通過するEGR量は等しいものとする。

チャート。

【図15】前記EGR流量演算に使用する弁リフト流路面積特性テーブル。

【図16】同じく各値のサイクル処理ルーチンを示すフローチャート。

【図17】同じく指令EGR弁リフト量を演算するルーチンのフローチャート。

【図18】前記指令EGR弁リフト量の演算に使用する流路面積リフト特性テーブル。

【図19】同じく要求EGR量を演算するルーチンのフローチャート。

【図20】同じく目標EGR率を演算するルーチンのフローチャート。

【図21】前記目標EGR率の演算に使用する目標EGR率マップテーブル。

【図22】同じく燃料噴射量を演算するルーチンのフローチャート。

【図23】前記燃料噴射量の演算に使用する燃料噴射量マップテーブル。

【図24】指令リフト量を演算するルーチンのフローチャート。

【図25】指令EGR量を演算するルーチンのフローチャート。

【図26】第1の実施形態のシミュレーション結果を示す図。

【図27】第2の実施形態のシステム構成を示すブロック図。

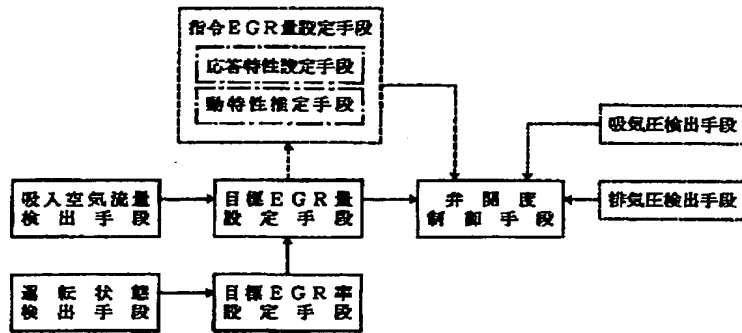
【図28】体積効率の設定マップ。

【図29】第2の実施形態のシミュレーション結果を示す図。

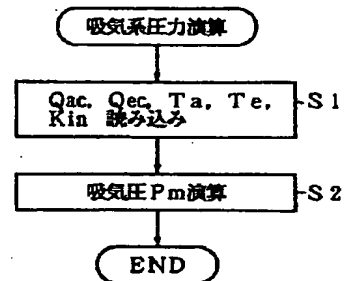
【符号の説明】

- |    |            |
|----|------------|
| 5  | ディーゼル機関    |
| 6  | 燃料噴射ノズル    |
| 7  | 燃料噴射ポンプ    |
| 9  | EGR制御弁     |
| 13 | コントロールユニット |
| 16 | エアフローメータ   |
| 17 | 回転速度センサ    |
| 18 | レバー開度センサ   |
| 19 | 水温センサ      |
| 31 | スロットル弁     |
| 34 | リフトセンサ     |

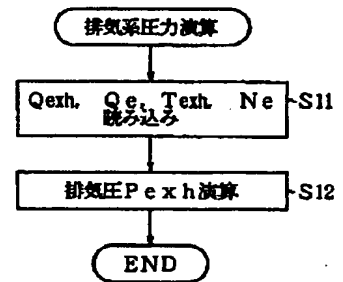
【図1】



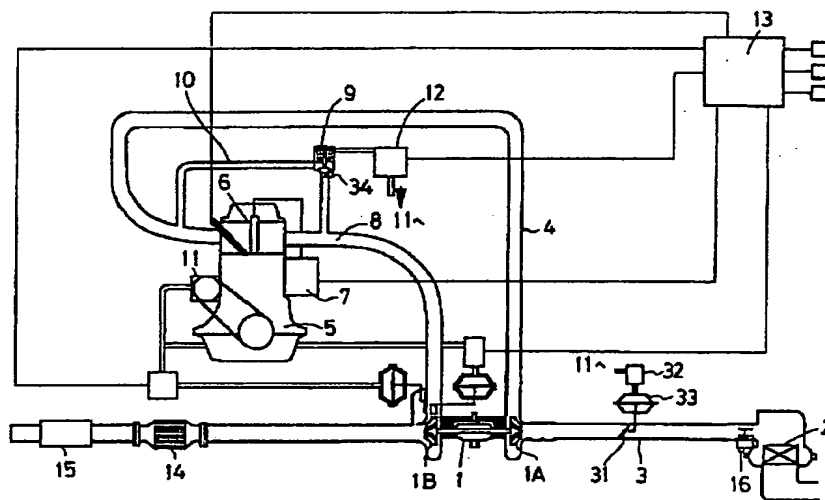
【図3】



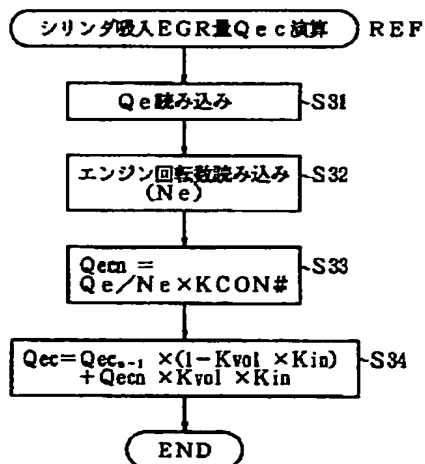
【図4】



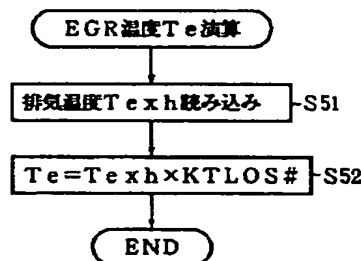
【図2】



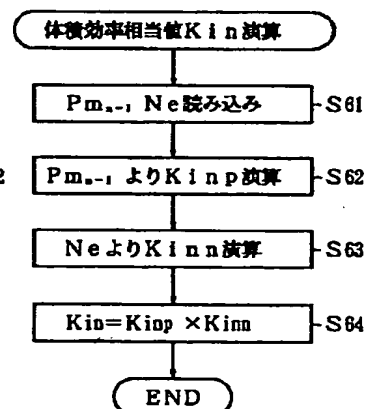
【図6】



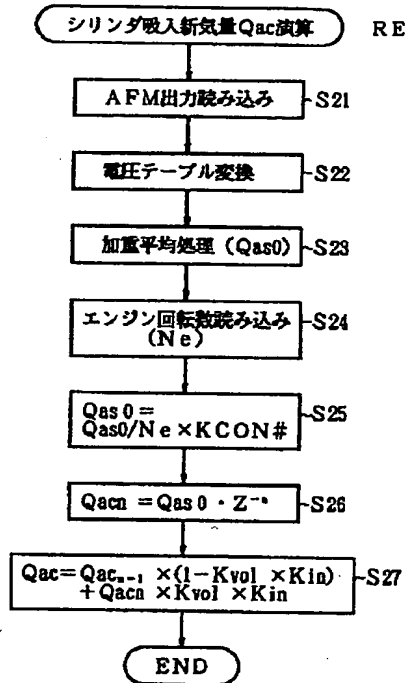
【図8】



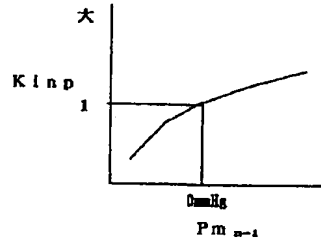
【図9】



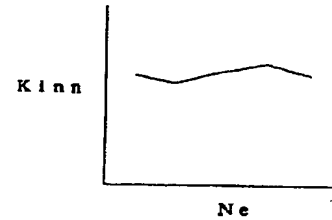
【図5】



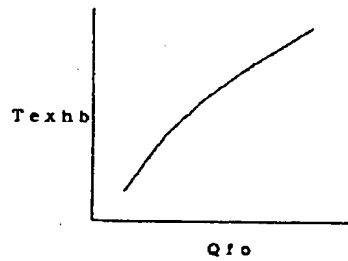
【図10】



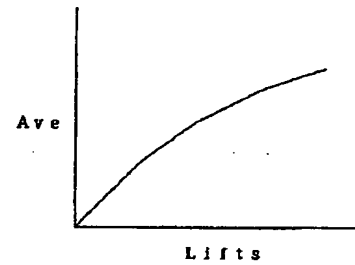
【図11】



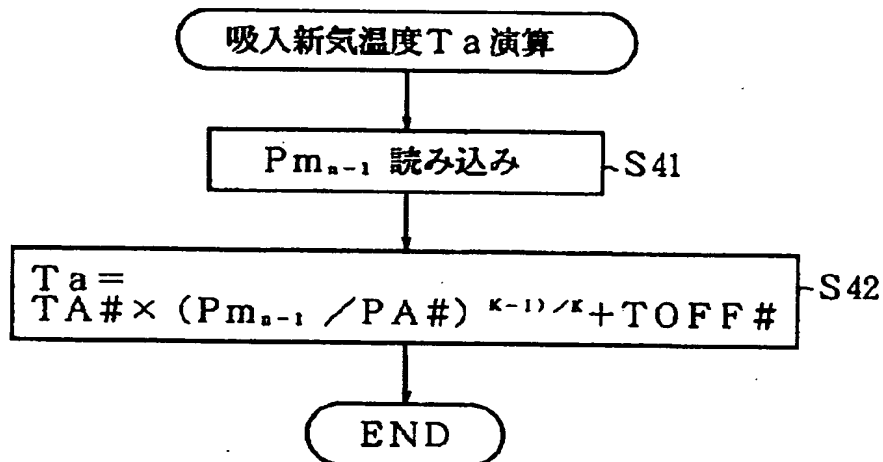
【図13】



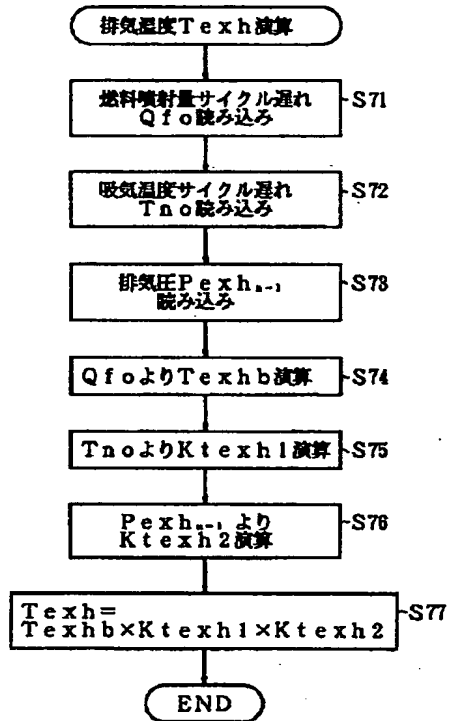
【図15】



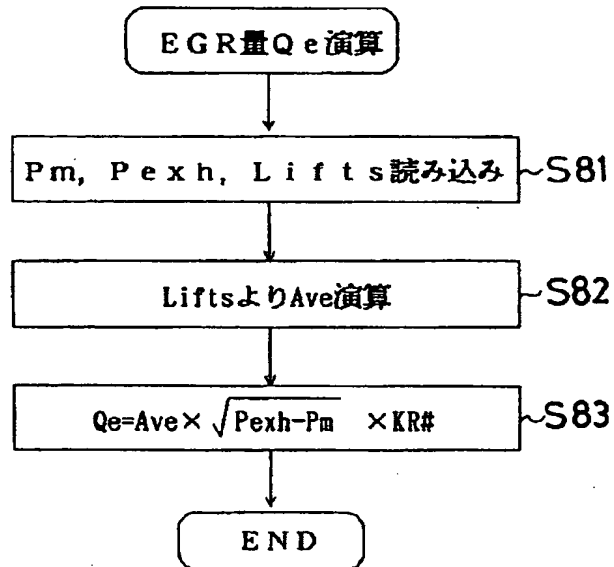
【図7】



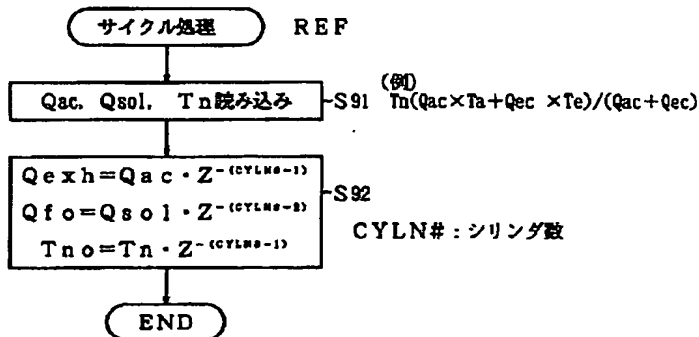
【図12】



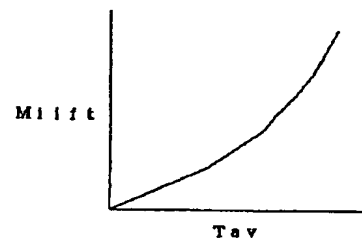
【図14】



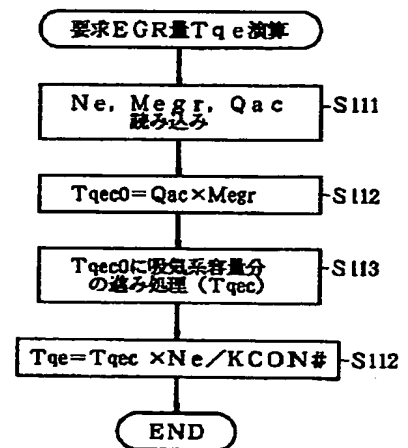
【図16】



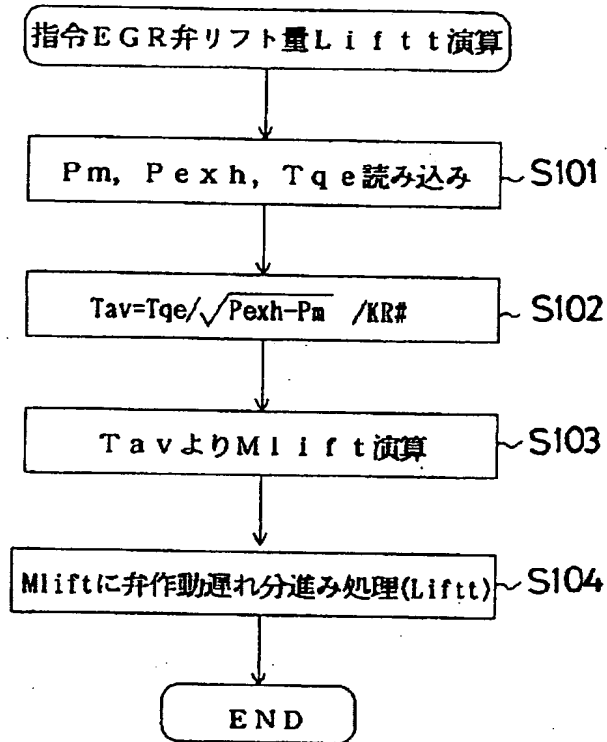
【図18】



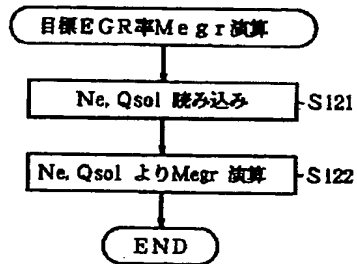
【図19】



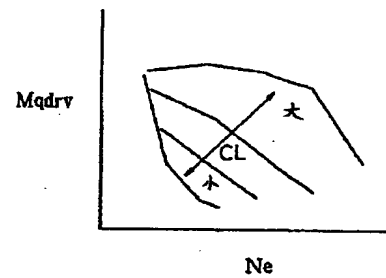
【図17】



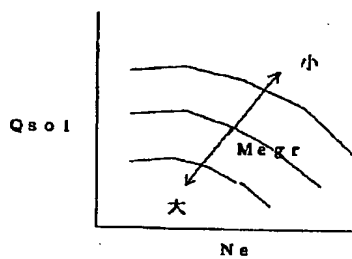
【図20】



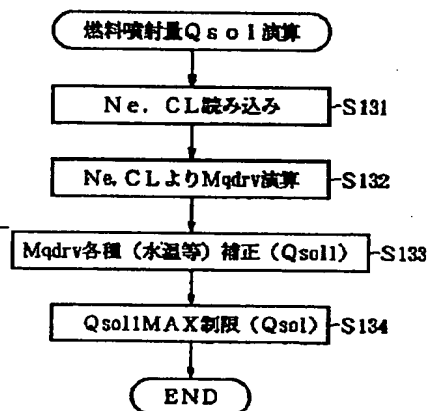
【図23】



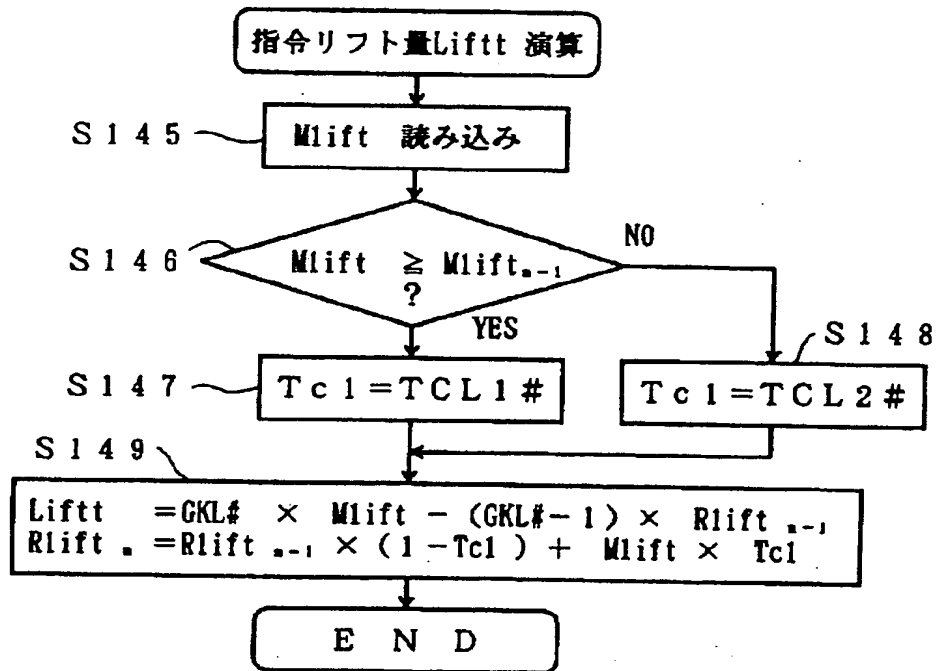
【図21】



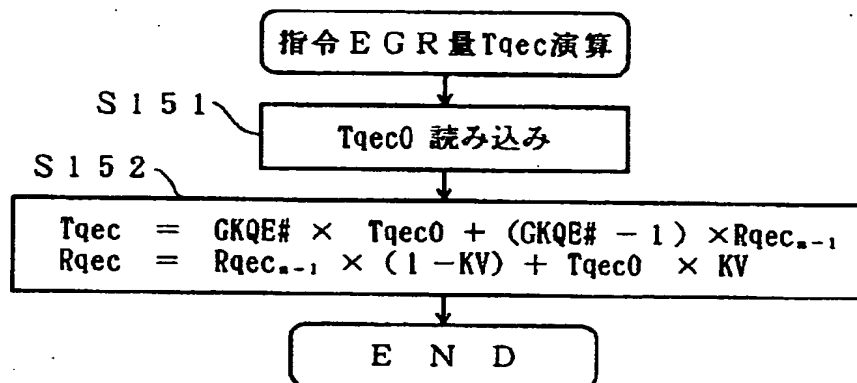
【図22】



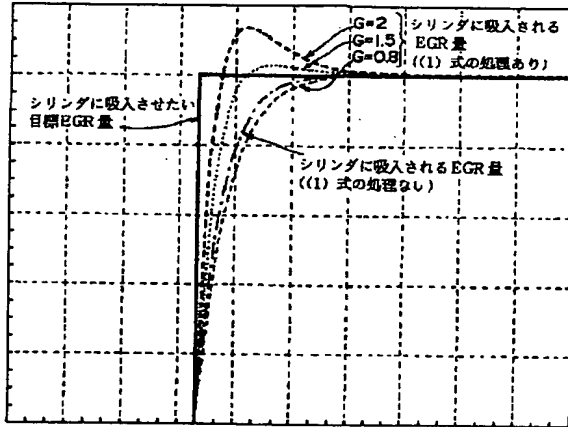
【図24】



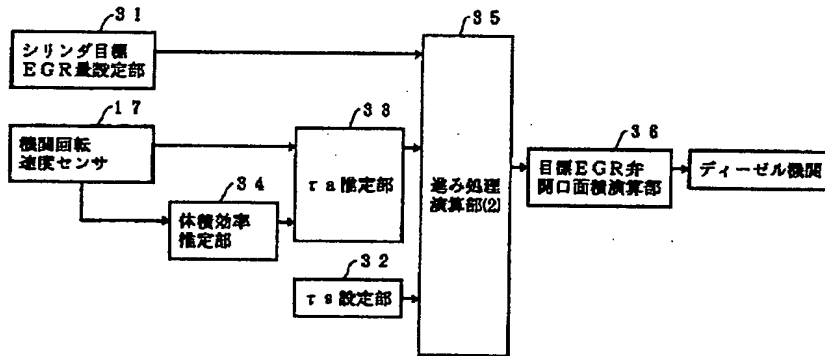
【図25】



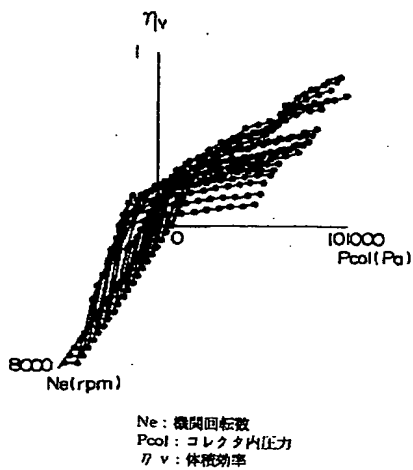
【図26】



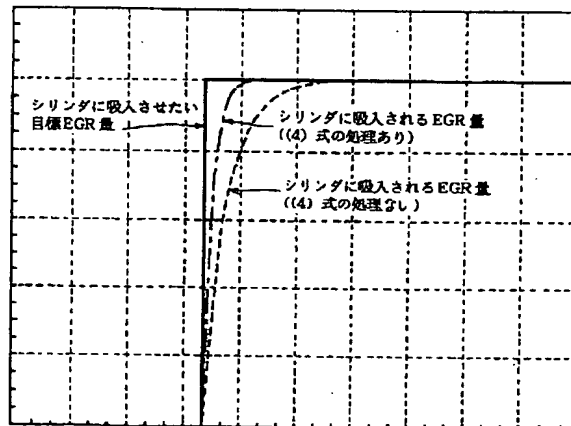
【図27】



【図28】



【図29】





(15)

特開平 9 - 5 3 5 1 9

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

F 0 2 D 45/00

識別記号

3 6 6

庁内整理番号

F I

F 0 2 D 45/00

技術表示箇所

3 6 6 F

